

### **Verfahren zum Betrieb einer Fahrzeugbremsanlage**

Die Erfindung betrifft Verfahren zum Betrieb einer Fahrzeugbremsanlage mit einem Unterdruckbremskraftverstärker zur Erzeugung einer Hilfskraft.

Unterdruckbremskraftverstärker benötigen eine vom Motor zur Verfügung gestellte Unterdruckversorgung zur Unterstützung der von dem Fahrer aufzubringenden Pedalkraft. Abhängig vom Motor wird bei bestimmten Pedalkräften ein Zustand erreicht, bei dem eine weitere Erhöhung der Kraft auf die Betätigungseinheit nur durch eine Steigerung der Pedalkraft möglich ist, da der Unterdruckbremskraftverstärker die maximal mögliche Unterstützungskraft erreicht hat. Den Zustand bezeichnet man als Aussteuerpunkt des Verstärkers.

Ist die maximal erreichbare Unterstützungskraft durch eine nur schwache Unterdruckversorgung zur gering, was im Zuge neuer Motorentechnik, wie z.B. Benzin-Direkteinspritzer oder Dieselmotoren immer stärker der Fall ist, dann wird eine zusätzliche Bremskraftunterstützung erforderlich. Eine Möglichkeit zur Erzeugung einer zusätzlichen Bremskraft bzw. eines Zusatz-Bremsdrucks ist der Einsatz einer "aktiven" hydraulischen Bremskraftunterstützung. Dies wird z.B. mittels einer hydraulischen Pumpe erreicht. Der hydraulische Druck, der im hydraulischen Hauptbremszylinder aus der vom Fahrer über das Bremspedal eingesteuerten,

mittels Unterdruckbremskraftverstärker verstärkten Bremskraft resultiert, wird dabei von der hydraulischen Pumpe zusätzlich erhöht. Diese Pumpe wird von einem Elektromotor angetrieben, der von einer elektronischen Bremsenregelungseinheit angesteuert wird.

In der EP 0 754 607 A1 ist eine Bremsanlage mit einem Bremskraftverstärker und einem hydraulischen Bremsregelungssystem für Fahrzeuge offenbart, das einen höheren als den eingesteuerten Druck erzeugen kann. Das System ist gekennzeichnet durch eine Auswertevorrichtung, die das Unterschreiten eines vorgegebenen Verhältnisses der Hilfskraft zur Betätigungskraft (Aussteuerpunkts eines Boosters) erkennt, durch eine Steuervorrichtung, die mittels des hydraulischen Bremsregelungssystems nach Unterschreiten dieses Verhältnisses einen Soll-Druck in den Radbremsen erzeugt, und durch einen Soll-Druck, durch den zumindest teilweise eine Kompensation der Auswirkungen von einer im Verhältnis zur Betätigungskraft abnehmenden Hilfskraft erfolgt.

Das System weist den Nachteil auf, das erst nach Unterschreiten des Verhältnisses ein Soll-Druck in den Radbremsen erzeugt wird, um ein zu geringes Vakuum zu kompensieren. Damit stellt sich zunächst ein geringerer als der vom Fahrer gewünschte Bremsdruck ein, da bedingt durch die Trägheit des Boosters zunächst eine negative Abweichung (zu geringer Verstärkungsfaktor) von der Booster-Kennlinie vorliegt.

Bei diesem System ist nur an einen Ausgleich einer zu geringen Verstärkung im Sinne einer „Kompensation“ gedacht. Eine größere Verstärkung (über die ursprüngliche Booster-Kennlinie hinaus) erfolgt nicht.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein alternatives, verbessertes Steuerverfahren für eine Fahrzeugbremsanlage mit aktiver hydraulischer Verstärkung anzugeben.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche.

Besonders vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Unteransprüchen angegeben.

Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Betrieb einer Fahrzeugbremsanlage mit einem Unterdruckbremskraftverstärker (Booster) zur Erzeugung einer Hilfskraft gelöst, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass eine Annäherung an einen Punkt des Unterschreitens eines vorgegebenen Verhältnisses der Hilfskraft zur Betätigungskraft (Aussteuerpunkt) erkannt wird und dass vor dem Unterschreiten dieses Verhältnisses ein Solldruck erzeugt wird.

Bei dem Verfahren kann vorzugsweise der hydraulische Druck, der in einem hydraulischen Hauptbremszylinder aus der vom Fahrer über das Bremspedal eingesteuerten, mittels Unterdruckbremskraftverstärker verstärkten Bremskraft resultiert, zusätzlich erhöht werden mittels einer hydraulischen Pumpe.

Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird auch durch ein Verfahren zum Betrieb einer Fahrzeugbremsanlage mit einem Unterdruckbremskraftverstärker (Booster) zur Erzeugung einer Hilfskraft gelöst, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass ein Unterschreiten eines

Verhältnisses der Hilfskraft zur Betätigungskraft (Aussteuerpunkt) erkannt wird und dass vor oder beim Unterschreiten dieses Verhältnisses ein größerer Solldruck erzeugt wird als der Solldruck, welcher zum Ausgleich der Auswirkungen des Unterschreitens des vorgegebenen Verhältnisses der Hilfskraft zur Betätigungskraft auf einen Ist-Druck benötigt wird.

Bei dem Verfahren kann vorzugsweise der hydraulische Druck, der in einem hydraulischen Hauptbremszylinder aus der vom Fahrer über das Bremspedal eingesteuerten, mittels Unterdruckbremskraftverstärker verstärkten Bremskraft resultiert, zusätzlich erhöht werden mittels einer hydraulischen Pumpe.

Vorzugsweise ist der Solldruck so bemessen, damit auch bei ungünstigen Systemvoraussetzungen, die z.B. durch Sensortoleranzen oder Boostertoleranzen verursacht sein können, eine hinreichend große Unterstützung für den Fahrer in jedem Fall vorliegt. Das Verhältnis der Hilfskraft zur Betätigungskraft (kurz vor oder am Aussteuerpunkt) stellt hier also eine Untergrenze dar, die immer überschritten wird.

Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass die Annäherung an das Unterschreiten des Verhältnisses und/oder das Unterschreiten des Verhältnisses nach Maßgabe einer abgelegten, kalibrierten Booster-Kennlinie ermittelt oder abgeschätzt wird.

Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass die Booster-Kennlinie kalibriert wird auf Grundlage eines gemessenen Drucks in der Vakuumkammer und der Arbeitskammer.

Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass die Annäherung an das Unterschreiten des Verhältnisses und/oder das Unterschreiten des Verhältnisses nach Maßgabe des Drucks in dem Hauptbremszylinder (Führungsgröße) ermittelt oder abgeschätzt wird.

Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass unter bestimmten Voraussetzungen ein höherer Solldruck erzeugt wird als der Druck, welcher zum Ausgleich der Auswirkungen des Unterschreitens des vorgegebenen Verhältnisses der Hilfskraft zur Betätigungskraft auf einen Ist-Druck benötigt wird (Overboost-Funktion).

Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass ein (variabler) Aussteuerpunkt auf Grundlage von Messwerten für das Vakuum im Booster und mit Hilfe einer Kalibrierfunktion während des Betriebs laufend ermittelt wird.

In der Fig. wird das erfindungsgemäße Verfahren beispielhaft näher erläutert anhand der Abbildung einer Booster-Kennlinie.

Eine Annäherung an den Aussteuerpunkt AP wird erkannt beim Punkt 1, bevor das Verhältnis V unterschritten wird (Punkt 2). Dann wird ein höherer Druck P erzeugt (durchgezogene Kennlinie Kneu). Vorzugsweise wird dann immer ein Druck aufgebaut, der einer größeren Verstärkung entspricht. Daher liegt diese Kennlinie Kneu über der Kennlinie K (langestrichelte Kennlinie), die nur eine Kompensation der abnehmenden Hilfskraft darstellt. Hier ist darüber hinaus dargestellt, wie bei dieser Kennlinie erst nach Unterschreiten des Verhältnisses ein höherer Druck erzeugt

wird, so dass zuerst eine Verringerung der Unterstützung für den Fahrer resultiert (3). Ohne die Kompensation würde sich eine Kennlinie  $K'$  (kurzgestrichelte Linie) ergeben, wobei nur der Fahrer selbst einen erhöhten Druck  $P$  erzeugt.

### **Patentansprüche**

1. Verfahren zum Betrieb einer Fahrzeugbremsanlage mit einem Unterdruckbremskraftverstärker (Booster) zur Erzeugung einer Hilfskraft, dadurch gekennzeichnet, dass eine Annäherung an einen Punkt des Unterschreitens eines vorgegebenen Verhältnisses der Hilfskraft zur Betätigungskraft (Aussteuerpunkt) erkannt wird und dass vor dem Unterschreiten dieses Verhältnisses ein Solldruck erzeugt wird.
2. Verfahren zum Betrieb einer Fahrzeugbremsanlage mit einem Unterdruckbremskraftverstärker (Booster) zur Erzeugung einer Hilfskraft, insbesondere nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Unterschreiten eines Verhältnisses der Hilfskraft zur Betätigungskraft (Aussteuerpunkt) erkannt wird und dass vor oder beim Unterschreiten dieses Verhältnisses ein größerer Solldruck erzeugt wird als der Solldruck, welcher zum Ausgleich der Auswirkungen des Unterschreitens des vorgegebenen Verhältnisses der Hilfskraft zur Betätigungskraft auf einen Ist-Druck benötigt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Annäherung an das Unterschreiten des Verhältnisses und/oder das Unterschreiten des Verhältnisses nach Maßgabe einer abgelegten, kalibrierten Booster-Kennlinie ermittelt oder abgeschätzt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Booster-Kennlinie kalibriert wird auf Grundlage eines gemessenen Drucks in der Vakuumkammer und der Arbeitskammer.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Annäherung an das Unterschreiten des Verhältnisses und/oder das Unterschreiten des Verhältnisses nach Maßgabe des Drucks in dem Hauptbremszylinder (Führungsgröße) ermittelt oder abgeschätzt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet, dass unter bestimmten Voraussetzungen ein höherer Solldruck erzeugt wird als der Druck, welcher zum Ausgleich der Auswirkungen des Unterschreitens des vorgegebenen Verhältnisses der Hilfskraft zur Betätigungskraft auf einen Ist-Druck benötigt wird (Overboost-Funktion).
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet, dass ein (variabler) Aussteuerpunkt auf Grundlage von Messwerten für das Vakuum im Booster und mit Hilfe einer Kalibrierfunktion während des Betriebs laufend ermittelt wird.



### **Zusammenfassung**

#### **Verfahren zum Betrieb einer Fahrzeugbremsanlage**

Bei einem Verfahren zum Betrieb einer Fahrzeugbremsanlage mit einem Unterdruckbremskraftverstärker (Booster) zur Erzeugung einer Hilfskraft wird eine Annäherung an einen Punkt des Unterschreitens eines vorgegebenen Verhältnisses der Hilfskraft zur Betätigungskraft (Aussteuerpunkt) erkannt und vor dem Unterschreiten dieses Verhältnisses wird ein Solldruck erzeugt.

(Fig.)